

◆특집◆ 최첨단 가공 NTRM

국가기술지도의 작성과 기계산업의 미래

변도영\*, 이석한\*\*, 황경현\*\*\*

National Technology Roadmapping and Future of Mechatronics

Do Young Byun\*, Suk Han Lee\*\*, Kyung Hyun Hwang \*\*\*

**Key Words** : National Technology Roadmap (국가기술지도), Priority Setting (우선순위 설정), Key Technology (핵심기술), National Innovation System (국가혁신시스템), National Competitiveness (국가경쟁력)

1. 서론

21 세기를 대표하는 특징의 하나로서 변화의 속도와 규모를 들 수 있다. 다시 말해서, 과학기술의 급속한 발전이 산업, 경제, 사회, 삶의 형태, 가치관 등의 광범위한 변화와 상승효과로 연계되면서 복잡계의 폭발적 변화추세로 이어지는 양상이다. 이러한 대규모의 급속한 변화는 한편으로는 위협이지만 또 한편으로는 어느 조직에게나 주어지는 좋은 기회가 되기도 한다. 그것은 “변화 속에서는 현재의 강자가 아니라 변화에 적응하는 자만이 번영할 수 있기 때문이다.”

변화에 적응한다는 것은 “변화를 예측하여 동참함으로써 새로운 가치창출에 주도적으로 기여함”을 의미하는 것으로 해석할 수 있겠다. 또한, 새로운 가치창출에 주도적으로 기여한다는 것은 현재와 같은 세계화 시대에서는 “일등가치의 창출”을 의미한다. 따라서 우리가 21 세기 변화의 기회를 활용, 번영할 수 있는 최고의 전략은 “변화를 예측하고 준비하는 것”과 “새로운 일등가치 창출을 주도하는 것”이다. 이런 의미에서, 이번 국가기술지도 작성은 “변화의 예측과 준비”

그리고 “변화 속에서 새로운 일등가치 창출”이라는 우리의 전략을 구체화하는 최초의 국가 차원에서 시도라는 점에서 큰 의미를 갖는다. “변화의 예측과 준비”를 위하여 국가기술지도 작성은 미래 사회 및 산업 발전에 관한 비전 및 발전 방향을 통하여 전략제품/기능을 선정하고 이를 위한 필요 핵심기술을 도출하는 과정에 초점을 맞추었으며, “새로운 일등가치 창출”을 위하여는 우리의 실정에 맞는 전략적 선택과 집중을 강조하였다.

전략적 선택과 집중을 위한 과학기술 우선순위 설정은 본질적으로 상호작용하는 많은 사람들이 참여하는 정치적 과정이다. 그러나 이는 결코 과학주도 또는 수요견인만으로 구성되는 과정이 아니며 분리가 불가능한 두가지 요소의 다양한 결합이다. 어느 면에서는 과학분야에서의 우선순위 설정과정은 과학지식의 내적 논리(science-push)와 경제적-사회적 요구(demand-pull)의 내적 논리간의 변증법적인 과정이다<sup>[1]</sup>.

과학기술분야에서의 우선순위 설정은 정책적 견지에서 전략분야의 선정과 이에 기반한 자원 배분 및 연구사업의 기획과정에서 수행될 수 있으며 최종적으로는 연구과제 선정 측면에서 수행되어야 한다. 특히 신기술의 등장에 따라 과학기술의 경제적 및 사회적 파급효과가 더욱 확대될 것으로 예측되고 있어 국가적인 방향 설정과 이에 대한 합의가 중요하게 대두되고 있다.

\* 건국대학교 기계항공공학부  
\*\* 성균관대학교  
\*\*\* 한국기계연구원 선임연구부장  
Tel. 02-450-4195, Fax. 02-444-6614  
Email dybyun@konkuk.ac.kr

세계경제의 불황과 국내경제의 침체를 극복하고 지속적인 국가발전을 위해서는 기존산업의 고부가가치화와 함께 신산업의 창출을 통한 국가경쟁력 강화가 필요하다. 미국 및 일본, 영국 등 주요 선진국들도 각국의 특성에 따라 국가중점투자대상분야를 선택하여 전략적으로 집중 지원하고 있는 실정이다. 미국의 경우 과학기술정책국(OSTP)(1995년)은 “국가중요기술(national critical technology) 보고”를 통하여 7개 분야, 22개 구분, 90개 기술, 289개 세부기술의 핵심기술 설정하였으며 국가자원의 효율적 활용을 제고하고자 하였다<sup>[2]</sup>. 또한 일본도 제 2차 과학기술기본계획 수립을 통하여 7개 분야, 32개 기술영역, 144개 핵심기술을 설정하고 기술수준 분석 및 국제 비교 등을 수행하였다<sup>[3]</sup>. 영국은 기술예측을 통하여 미래사회를 전망하고 반드시 확보하여야 하는 과학기술분야의 과제를 도출하여 국가적 자원의 효율적 활용을 도모하고 있다<sup>[4]</sup>.

오늘날 과학기술 연구는 그 경제 또는 사회의 밖에 있는 것이 아니라 경제 및 사회의 지속적인 발전에 기여하는 것이 매우 중요하게 제기되고 있다. 국가기술지도 작성의 배경과 목표도 다음과 같이 과학기술의 경제 및 사회 발전에 기여하는 전략적 방향 도출에 두고 있다<sup>[5]</sup>. 21세기 경제사회 및 과학기술의 급속한 변화에 대응하여 우리나라가 10년 후 국가 경쟁력의 선진화를 이루고 국민소득 2만불 또는 3만불 시대의 경제도약을 성취하기 위하여 미래 산업발전전망과 국가전략적 수요 분석을 통해 10년 후의 국가경쟁력 제고에 필요한 핵심기술을 도출함이 중요한 목표이다. 그리고 이러한 국가연구 개발의 종합 전략 수립을 통하여 첫째, 선택과 집중에 따른 과학기술의 일류화를 실현하고 둘째, 산, 학, 연 및 정부 부처간 연구개발 목표 및 전략을 공유하고 역할을 분담함으로써 한정된 국가 연구개발 자원의 효과적 이용과 배분을 통한 연구효율의 극대화를 달성할 수 있는 것이 국가 기술지도 작성의 의의라 하겠다. 본 논고에서는 국가기술지도의 작성 과정과 결과에 대한 제시와 이 속에서 기반주력산업인 기계산업의 중요성에 대하여 정리하고자 한다.

## 2. 국가기술지도 작성과정

### 2.1 추진경위

국가기술지도 작성은 2 단계로 나누어 진행되었다. 1 단계에서는 미래 산업 및 사회 발전 전망과 국가 전략적 수요 분석을 통하여 국가 과학기술 비전과 발전방향을 수립하고, 이를 구체화하는 전략제품/기능을 선정 후 선정된 전략제품/기능을 실현하기 위한 필요 핵심기술을 도출하는 것을 목표로 하였다. 2 단계에서는 선정된 전략제품/기능의 실현을 위한 로드맵과 도출된 핵심기술별 구체적 기술지도를 작성하는 것을 목표로 하고 있다.

국가기술지도 작성은 각 부처별로 작성된 또는 작성중인 기술 또는 응용분야별 기술지도를 국가 차원의 비전과 발전방향의 관점에서 종합하고 재조명함으로써 그들에게 의미와 가치를 부여한다는 점에서도 커다란 전략적 중요성을 갖는다. 국가 연구개발 포트폴리오는 전략적 목표에 따른 Top-Down 방식의 선택과 집중 그리고 창의적 혁신을 추구하는 Bottom-Up 방식의 탐색이 적절히 배합되어야 효과적일 수 있다. 국가기술지도는 전략적 연구개발 방식인 전자에 중점을 둔 것으로 후자에 적합한 기초과학 연구와 소규모 개발사업은 국가기술지도에서는 제외되었다.

### 2.2 추진방법

국가기술지도 작성을 위하여 과학기술 전 분야를 망라한 산학연관 전문가로서 구성된 기획단과 실무위원회를 구성하였으며, 한국과학기술기획평가원에서 총괄 지원을 하였다. 1 단계 작업에서는 국가 산업을 10개 산업분야로 분류하여 분류된 산업별로 별도 소위원회를 구성하여 100여명의 전문가 풀을 구성함으로써 다양한 의견수렴을 과정을 마련하였다. 2 차에 걸친 공청회 및 관계부처의 의견 수렴을 거쳐 지난 7월 범 부처 공동으로 국가 과학기술 위원회에 1차 결과를 보고하였다. 1 단계에서는 10년 후 국가경제 및 미래사회의 기반이 될 국가과학기술발전 5대 비전과 13개 발전방향을 수립하고, 이를 중심으로 49개의 전략제품/기능과 99개의 핵심기술을 선정하였다. 여기서 전략 제품/기능의 선정은 경제적 파급효과, 전략적 중요도, 우리의 경쟁력 (성공 가능성)을 선정 기준으로 하여 이루어 졌다.

2 단계 작업에서는 기획단 산하에 비전별 위원회를 구성하고, 각 비전 위원회 산하에 관련 핵심기술별 작업팀을 구성하였고, 한국과학기술 평가원에서 1 단계와 마찬가지로 총괄지원을 하고 있

다. 현재 450 여명의 산학연관 전문가들이 모여 전략제품/기능 로드맵과 핵심기술별 기술지도를 작성하였으며, 공청회를 거쳐 12 월 국가과학기술 위원회에 최종 결과를 보고하였다.

### 3. 국가기술지도 결과

#### 3.1 총론

우리나라의 산업, 교육 및 과학기술 경쟁력 그리고 연구개발 효율성은 선진국에 비해 아직 많은 격차를 보이고 있다. 특히 우리는 튼튼한 기초과학과 기술 혁신을 바탕으로 한 선진국의 질주와 중국을 포함한 개도국의 제품개발 및 생산능력 향상에 의한 추격의 압력 하에서 경제 도약을 해야 하는 중요한 기로에 서 있다. 이를 위하여 산업구조를 생산성 및 품질 개선 위주의 제품생산으로부터 기술과 시장의 선도를 기반으로 한 혁신 제품 개발로 진화시키고, 지적 재산권의 수입국으로부터 수출국으로, 표준화 선도국으로 탈바꿈을 하여야 하고, 진정한 의미의 산학연관 협동 및 역할 분담을 통하여 연구개발의 효율성과 산업화 연결을 촉진하여야 한다.

이를 위하여 10 년 후 과학기술 발전을 위한 우리의 비전, 발전방향, 전략제품/기능의 도출은 다음과 같은 질문의 해답에 초점을 두었다. 첫째, 세계 경제, 사회, 산업, 및 과학기술 환경의 변화에 발 맞추어 우리나라의 산업구조를 어떻게 진화시켜 나가야 할 것인가? 이를 위하여 우리나라의 과학기술은 어떻게 발전되어야 하는가? 산업구조의 진화과정에서 우리나라의 미래 주력산업은 어떻게 가져가야 하며, 이를 위하여 어떠한 신 산업이 발굴되어야 하는가? 어떻게 기반 산업, 현 주력산업을 새로운 과학기술의 발전과 접목시켜 국제경쟁력을 강화함으로써 국가 산업의 지속적 성장원동력의 역할을 하도록 할 것인가?

둘째, 국가 경쟁력, 안전 및 위상 제고를 위한 과학기술의 전략적 수요는 무엇인가?

그 결과, 10 년 후인 2012 년의 우리나라 국가 과학기술발전 5 대 비전을 다음과 같이 제시하였다.

- 1) 정보-지식-지능화 사회 구현
- 2) 건강한 생명사회 지향
- 3) 환경 및 에너지 프론티어 진흥

#### 4) 기반주력산업의 가치창출

#### 5) 국가안전 및 위상제고.

첫째, 「정보-지식-지능화 사회의 구현」 비전은 우리의 IT 강점을 최대한 확장하여 정보통신의 지능화, 이동화, 고도화, 인간화를 이루고 이를 통해 개인, 가정, 사회의 편의성, 효율성 및 안전성을 극대화하는 정보-지식-지능화 일류사회를 구현하고 이 분야의 산업 강국을 이루고자 하는 것이다. 이러한 비전의 구현을 위한 발전방향으로서 1) 언제 어디서나 가능한 통신, 2) 콘텐츠 및 서비스의 혁신, 그리고 3) 생활환경의 지능화를 제시하였다.

둘째 「건강한 생명사회 지향」 비전은 “삶의 질”과 생명을 존중하는 건강한 생명사회로의 진입과 미래 핵심산업으로서 바이오산업의 기반 구축을 지향하고 있다. 그리고 이러한 비전의 구현을 위한 발전방향으로서 새로운 의약의 개발 및 산업화와 질병 예방, 진단, 치료의 혁신을 제시하였다.

셋째, 「환경 및 에너지 프론티어 진흥」 비전은 환경과 인간이 조화되는 순환형 사회의 구현과 환경친화적, 안정적 에너지 수급 및 산업화를 목표로 하고 있다. 이러한 비전의 구현을 위한 발전방향으로서 쾌적하고 건강한 삶을 구현하는 환경 혁신과 효율적, 안정적, 환경 친화적 에너지 수급 및 산업화를 발전방향으로 제시하였다.

넷째, 「기반주력산업 가치창출」 비전은 기반 산업 및 현 주력산업을 정보, 나노, 및 바이오 신기술과 접목하여 국제경쟁력을 강화함으로써 이들 산업이 국가산업의 지속적 성장원동력이 되도록 추구하는 것이다.

마지막으로 다섯 번째 「국가안전 및 위상제고」 비전은 우주항공기술의 선진국 진입과 첨단 농수산 기술개발을 통한 식량주권의 확립을 목표로 제시하였다. 그리고 이러한 비전의 구현을 위한 발전방향으로서 우주항공시대로의 진입과 식량안보 및 자원보존을 제시하였다.

이를 바탕으로 49 개 전략제품/기능별로 마크로로드맵이 작성되어 큰 방향에서의 전략을 정리하였으며 99 개 각각의 핵심기술별로 세부기술지도가 작성되었다. Fig. 1 은 핵심기술별 기술지도의 양식을 보여주고 있으며 자세한 사항은 국가기술지도<sup>5)</sup>에서 제시하고 있으므로 생략하고자 한다.

### 3.2 기계산업의 미래비전

국가기술지도에서는 산업분석을 통하여 우리나라의 미래비전을 모색하였다. 외환위기 이후 우리나라의 성장잠재력이 매우 취약해졌으며 이는 80 년대에 성장잠재력 확충을 위한 기술혁신 등의 노력이 부족하였던 결과로 추정된다. 따라서 우리나라의 국가경쟁력을 강화하기 위해서는 과학기술, 인력, 지식 등에서 성장동인을 창출하는 것이 필요하며 21 세기의 바람직한 산업구조로 전환하여야 한다. 특정 산업에 지나치게 의존하는 형태의 산업발전보다는 제조업과 서비스업 등 다양한 부문들이 네트워크를 이루면서 서로 시너지효과를 극대화하는 산업구조가 바람직하다. 제조업 내에서 전자, 자동차, 철강, 조선, 기계 등 기존 주력산업들이 차지하는 중요성은 지속되겠으나, 디지털 기기, 바이오산업, 초미세정밀기기산업, 환경산업 등 새로운 지식기반산업들의 발전 속도가 가속화되는 가운데 기존의 주력산업들도 이들 신기술과의 접목을 통한 구조 고도화를 강화하여야 할 것이다.

우리의 강점은 생산 면에서의 오랜 경험을 통해 주요 산업에서 생산기술을 축적한 것이나 기초적인 원천기술 등의 측면에서는 아직까지 선진국에 뒤지고 있다. 따라서 과학기술의 혁신을 통한 원천기술 확보와 신산업과 기반주력산업 및 제조업과 서비스업의 조화를 통한 산업의 균형 발전에도 도모해야 한다. 과학기술의 발전방향 역시 이러한 산업발전전략을 효율적으로 뒷받침하는 것이 중요하다.

이러한 국가산업의 전체적 발전방향 속에서 기계산업의 발전과 관련 과학기술의 혁신은 우리나라의 미래에 필수 요소로 인식되어야 하며 그러

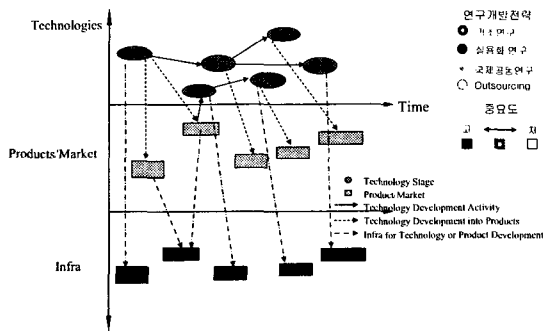


Fig. 1 Schematic of technology roadmap for 99 key technologies

한 발전방향이 국가기술지도에서 제시하고 있다.

국내 자동차 산업은 여러 지표에서 제조업의 10% 가까이를 차지하는 주력산업이며 조선, 부품 산업 등의 중요성도 매우 크다. 그러나 과제는 우리나라의 위치가 후발국에 추격당하고 선진국에는 뒤쳐지는 닛크래커의 위험이 크므로 기반주력산업의 기술 고도화를 통한 경쟁력 강화가 시급한 것이다. 메카트로닉스 기술은 광의의 기술융합화 과정에 근거한 제품기술 측면과 기술환경의 방향 및 응용산업 측면에서 발전하여 향후 거대한 시장을 형성할 것으로 예측되고 있다. 특히 신산업의 등장에 따라 제품기술 측면에서 기계, 전자, 정보처리, 소재 등 다양한 분야의 발전추세가 종합적으로 제품에 반영되고 융합화되며 첨단제품의 생산 공정 및 장비개발에 필수적으로 적용되고 있다. 따라서 지능·자율화, 조정밀화, 초미세화, 환경친화 등을 기본 축으로 하여 기술발전을 추구하고 산업경쟁력 강화에 중점을 둔 기술개발에 전략적으로 집중할 시점인 것이다.

전술한 바와 같이 현 주력산업인 기반 산업을 새로운 과학기술의 발전과 접목시켜 국제경쟁력을 강화함으로써 국가 산업의 지속적 성장원동력의 역할을 하도록 하기 위하여 『기반주력산업 가치창

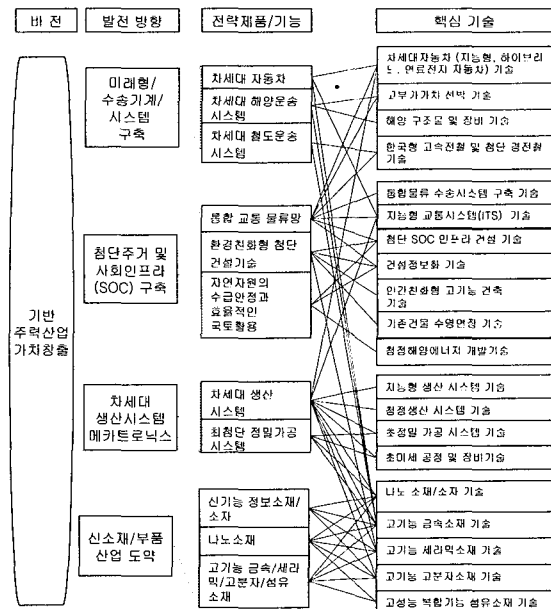


Fig. 2 Relationship between strategic products/functions and key technologies

출』 비전을 설정하였다. 기계산업은 비전 1 인 『정보지식지능화 사회구현』 과도 밀접히 관계를 갖고 있으나 생산시스템 관련 산업은 비전 4 에 정리되었다. 국가기술지도에서는 정보, 나노 및 바이오 신기술과 접목하여 국제경쟁력을 강화함으로써 이들 산업의 지속적 발전을 기대하고 있다. 이러한 비전의 구현을 위한 발전방향으로서 1) 미래형 수송기계 및 시스템 구축, 2) 신소재 및 부품 산업 도약, 3) 차세대 생산시스템 메카트로닉스와 함께 4) 첨단주거 및 사회인프라(SOC) 구축을 제시하였다. “미래형 수송기계 및 시스템 구축”발전방향의 구체적 실현을 위하여 차세대 자동차, 차세대 해양 운송 시스템, 한국형 궤도차량을 전략 제품/기능으로 선정 하였다. “신소재 및 부품 산업 도약”발전방향의 구체적 실현을 위하여는 신기능 정보소재 및 소자, 나노 소재, 고기능 금속/세라믹/고분자/섬유 소재를 전략 제품/기능으로 선정하였다.

“차세대 생산시스템 메카트로닉스”발전방향의 구체적 실현을 위하여는 차세대 생산시스템과 최

첨단 정밀 가공 시스템을 전략 제품/기능으로 선정 하였다. 또한 Fig. 2 에서 제시하고 있듯이 전략 제품/기능들을 구현하기 위하여 차세대 자동차(하이브리드, 지능형, 연료전지 자동차)기술, 나노소재기술, 지능형 생산 시스템, 초미세 장비 및 공정 기술 등 20 개 핵심기술을 도출하였다. 도출된 전략제품/기능에 대하여 마크로 로드맵을 제시하고 있으며, 차세대 생산시스템의 경우 Fig. 3 에서 미래전망과 제품, 핵심기술, 변화인자 등을 제시하고 있다.

국가기술지도에서 선정된 총 99 개의 기술 중 기반주력산업 관련 기술은 20 개로서 그 중요성을 더욱 강조하고 있다. 특히 신산업도 기반산업, 특히 제조기계와 관련된 기계산업과 연계된 발전이 없이는 성장할 수 없으므로 그 중요성이 매우 크다고 하겠다.

#### 4. 결론

1 단계 및 2 단계 과정을 거쳐 확립된 국가기술지도는 국가연구개발 종합체계로서 산학연관 및 정부 부처간 전략공유 및 협동을 강화하고 효과적인 역할분담을 추진하는 매체로 활용될 것이다. 10년 후 국가 경제와 위상의 도약을 위한 과학기술 전략을 의논하고 공유하면서 기술지도를 공동 작성한다는 것 자체가 국가 과학기술의 미래를 위해 큰 의미를 갖는다. 향후 작성된 국가기술지도는 경제, 사회, 산업 및 과학기술발전의 추세에 부응하도록 정기적으로 수정 및 보완해 나가도록 하여야 한다. 국가기술지도를 통하여 도출한 결론은 과학기술의 혁신이 우리나라의 신산업 창출과 기반주력산업의 국제경쟁력 확보에 필수적이라는 사실이다. 이를 위하여 각 산업과 기술간의 융합 및 공동발전 전략을 모색하는 것이 가장 중요하다. 그리고 각 구성원들간의 미래비전 및 전략을 공유하고 지속적인 발전을 모색하는 것이 필요하다. 이러한 측면에서 차세대 생산시스템 등 기계산업은 기반산업으로서 그 중요성이 다시 한번 강조되고 있으며 향후 과제는 신기술과의 접목을 통한 혁신이다.

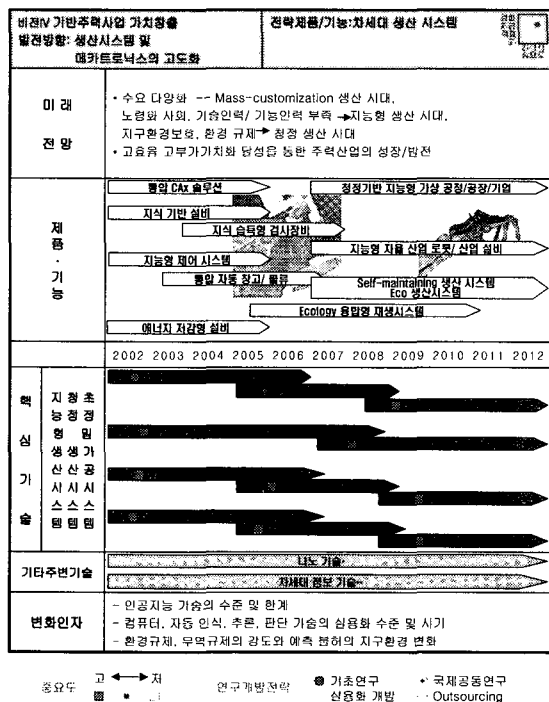


Fig. 3 Macro roadmap for the advanced precision machining system

### 참고문헌

1. Organization for Economic Co-operation and Development, Choosing Priorities in Science and Technology, OECD, Paris, 1991.
2. OSTP, National Technologies Report, <http://www.ostp.gov/>, 1995
3. Japan Research Institute, International benchmarking of Japan's Science and Engineering Research, 2000
4. Martin, B. R. and Johnston, R., "Technology Foresight for Wiring up the National Innovation System," Technological Forecasting and Social Change, Vol. 60, pp. 37 - 54, 1999.
5. NSTC(National S&T Council), National Technology Roadmap, 2002.
6. NSTC(National S&T Council), Science and Technology Master Plan, 2003.